

PAT-NO: JP409223648A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09223648 A
TITLE: METHOD AND APPARATUS FOR MARKING SEMICONDUCTOR WAFER
PUBN-DATE: August 26, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME
KAMIJO, HIROYUKI
WATANABE, TOMOJI
KITAMURA, YOSHINORI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME TOSHIBA CORP	COUNTRY N/A
----------------------	----------------

APPL-NO: JP08026943

APPL-DATE: February 14, 1996

INT-CL (IPC): H01L021/02, B23K026/00, B23K026/06

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form a deep recess by a laser without generating dust.

SOLUTION: A semiconductor wafer 21 is mounted on an X-Y table. A plurality of beams 24 having different diameters and coincident centers are emitted from a laser 22 simultaneously or at deviated times. The beams 24 melt and sublimate the surface of the wafer 21 to form a dot-like recess. A plurality of the recesses are aligned and formed to attach a mark such as a symbol or a character to the wafer 21.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) **公開特許公報 (A)**

(11)特許出願公開番号

特開平9-223648

(43)公開日 平成9年(1997)8月26日

(51)Int.Cl.⁶

H 01 L 21/02
B 23 K 26/00
26/06

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

H 01 L 21/02
B 23 K 26/00
26/06

A
B
C

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全10頁)

(21)出願番号

特願平8-26943

(22)出願日

平成8年(1996)2月14日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 上条 浩幸

三重県四日市市山之一色町800番地 株式
会社東芝四日市工場内

(72)発明者 渡辺 友治

三重県四日市市山之一色町800番地 株式
会社東芝四日市工場内

(72)発明者 北村 嘉教

三重県四日市市山之一色町800番地 株式
会社東芝四日市工場内

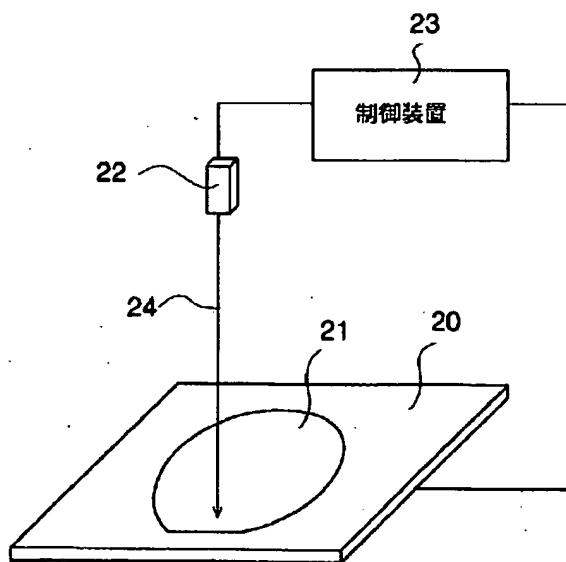
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 半導体ウェーハのマーキング方法及びマーキング装置

(57)【要約】

【課題】 ダストの発生なく、レーザにより深い溝(マーク)を形成する。

【解決手段】 XYテーブル20上に半導体ウェーハ21が搭載される。レーザ装置22からは、同時に、又は時間的にずれて、互いに異なるビーム径を有し、中心が一致する複数のビーム24が照射される。このビーム24は、半導体ウェーハ21の表面を溶解、昇華してドット状の溝(マーク)を形成する。この溝(マーク)を複数個並べて形成することにより、半導体ウェーハ21に記号、文字などからなるマークが付される。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザビームにより半導体ウェーハの表面を溶解、昇華してドット状の窪みを形成し、その窪みを複数個並べることにより記号又は文字を含むマークを付するマーキング方法において、各々の窪みは、ビーム径の異なる複数のレーザビームを中心を一致させて時間的にずらして照射することにより形成されることを特徴とする半導体ウェーハのマーキング方法。

【請求項2】 レーザビームにより半導体ウェーハの表面を溶解、昇華してドット状の窪みを形成し、その窪みを複数個並べることにより記号又は文字を含むマークを付するマーキング方法において、各々の窪みは、ビーム径の異なる複数のレーザビームを中心を一致させて同時に照射することにより形成されることを特徴とする半導体ウェーハのマーキング方法。

【請求項3】 前記複数のレーザビームは、1つのレーザ装置から照射されるレーザを複数に分割し、ビーム径を変換させることにより生成されることを特徴とする請求項2に記載の半導体ウェーハのマーキング方法。

【請求項4】 前記複数のレーザビームは、それぞれ異なるレーザ装置から照射されることを特徴とする請求項2に記載の半導体ウェーハのマーキング方法。

【請求項5】 半導体ウェーハが搭載されるXYテーブルと、前記XYテーブル上に配置され、レーザビームにより前記半導体ウェーハの表面を溶解、昇華してドット状の窪みを形成する1つ以上のレーザ装置と、ビーム径の異なる複数のレーザビームが中心を一致させて同時にずらして照射されるように前記1つ以上のレーザ装置を制御する手段とを具備することを特徴とする半導体ウェーハのマーキング装置。

【請求項6】 半導体ウェーハが搭載されるXYテーブルと、前記XYテーブル上に配置され、レーザビームを照射するレーザ装置と、前記レーザ装置から照射されるレーザビームを複数に分割する手段と、前記複数に分割されたレーザビームの各々のビーム径を変換させる手段と、前記ビーム径の異なる各レーザビームを中心を一致させて1つにまとめ、前記半導体ウェーハの表面に同時に照射する手段とを具備することを特徴とする半導体ウェーハのマーキング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体ウェーハのマーキング方法及びマーキング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体ウェーハには、当該半導体ウェーハを管理、認識するためのマークが付されている。このマークは、窪み（ドット）の集合からなる文字、記号などで構成され、人間の目で認識できる程度の大きさを有している。

【0003】図14は、マークが付された半導体ウェー

ハを示している。即ち、マーク10は、半導体ウェーハ11の周辺部に付されている。図15は、マークを構成する窪み（ドット）を示すものである。この窪み12は、直径が約120μmの概ね円形を有し、窪みの深さは、約2μmである。また、窪み12の周囲には、約0.5μmの盛り上がり13が形成されている。

【0004】この窪み（ドット）12は、レーザビームにより半導体ウェーハ11に形成される。従来のマーキング（窪みの形成）には、Nd:YAGレーザ、グリーンレーザ、半導体レーザなどのレーザ装置が用いられている。

【0005】このように、レーザビームを用いて半導体ウェーハの周辺部に窪み（ドット）の集合からなる文字、記号などのマークを形成（ソフトマーキング）し、このマークにより半導体ウェーハの管理、認識を行っている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】近年、半導体製造プロセスにCMP（化学機械的研磨）法が適用され始めている。このCMP法は、半導体ウェーハ上に絶縁膜や導電膜などの膜を形成した後にこの膜を削り取り、当該絶縁膜や導電膜などの膜の表面を平坦化する技術である。

【0007】図17乃至図20は、半導体製造プロセスにCMP法が複数回使用された場合におけるマーク（窪み）の状況を示すものである。まず、図17に示すように、半導体ウェーハ11上にシリコン酸化膜などの絶縁膜14が形成される。この時、例えば窪み12は、絶縁膜14により半分程度埋め込まれる。

【0008】次に、図18に示すように、CMP法により絶縁膜14が研磨され、絶縁膜14の表面が平坦化される。この後、半導体ウェーハ11上にシリコン酸化膜などの絶縁膜15が形成される。この時、例えば窪み12は、絶縁膜14、15により完全に埋め込まれる。

【0009】次に、図19に示すように、CMP法により絶縁膜15が研磨され、絶縁膜15の表面が平坦化される。この状態において、絶縁膜14、15がシリコン酸化膜などの光を透過する膜である場合には、窪み12が完全に埋め込まれ、かつ、窪みの段差がなくなってしまっても、マークを認識することができる。

【0010】しかし、図20に示すように、この後、アルミニウムなどの光を透過しない膜16が形成されると、マークを認識することが完全に不可能になる。このように、半導体製造プロセスに複数回のCMP法が適用されると、窪み（ドット）が完全に埋め込まれてしまい、かつ、窪みの段差が完全になくなってしまう場合がある。かかる場合において、金属などの光を透過しない膜が形成されると、マークを認識することができなくなる欠点がある。

【0011】上記欠点を解決するためには、マークを構成する窪み（ドット）の深さを、半導体製造プロセスに

使用される全ての膜の厚さの総計以上に設定しておけばよい。即ち、半導体製造プロセスを終了した後に溝の段差が残っていれば、半導体ウェーハの管理、認識が完全に行える。

【0012】近年では、半導体装置の多層化などにより、半導体製造プロセスが終了した後にも溝の段差が残っているようにするためには、溝の深さは、最低でも $6\mu\text{m}$ 必要になっている。

【0013】従来のマーキング方法で、溝（ドット）の深さを $6\mu\text{m}$ 以上にすることは可能である。即ち、レーザのパワーを上げるか又は高出力のレーザを用いることで、溝の深さを $6\mu\text{m}$ 以上にすることは技術的に可能である。

【0014】しかし、かかる場合、溝の周辺部に半導体ウェーハの材料が飛び散り、これがダストとなる欠点がある。また、レーザのパワーを上げ、又は高出力のレーザを用いると、溝の周辺部が著しく盛り上がる欠点がある。

【0015】即ち、図21に示すように、溝12の周辺部が著しく盛り上がっていると、CMP法を用いても、溝12の近くにあるチップ領域17の絶縁膜18の表面を十分に平坦化することができない。

【0016】従って、図22に示すように、半導体ウェーハにマーキングを施した後、半導体製造プロセスに入る前に、予め半導体ウェーハを研磨し、溝12の周辺部の盛り上がり13を削り取る必要がある。

【0017】本発明は、上記欠点を解決すべくなされたもので、その目的は、CMPのように、例えば凸部が削り取られ、凹部には膜が残存するようなプロセスが用いられた場合にも、半導体ウェーハの表面に付されたマークが認識できるマーキング方法及びマーキング装置を提供することである。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の半導体ウェーハのマーキング方法は、レーザビームにより半導体ウェーハの表面を溶解、昇華してドット状の溝を形成し、その溝を複数個並べることにより記号又は文字を含むマークを付する際に、各々の溝が、ビーム径の異なる複数のレーザビームを中心を一致させて時間的にずらして照射することにより形成されるというものである。

【0019】本発明の半導体ウェーハのマーキング方法は、レーザビームにより半導体ウェーハの表面を溶解、昇華してドット状の溝を形成し、その溝を複数個並べることにより記号又は文字を含むマークを付する際に、各々の溝が、ビーム径の異なる複数のレーザビームを中心を一致させて同時に照射することにより形成されるというものである。

【0020】前記複数のレーザビームのパワーが同じ値に設定されているのがよい。また、前記複数のレーザビ

ームが1つのレーザ装置から照射される場合に、前記複数のレーザビームは、前記1つのレーザ装置から照射されるレーザの焦点を変動させることにより生成される。

【0021】前記複数のレーザビームは、1つのレーザ装置から照射されるレーザを複数に分割し、ビーム径を変換させることにより生成される。前記複数のレーザビームは、それぞれ異なるレーザ装置から照射される。

【0022】本発明の半導体ウェーハのマーキング装置は、半導体ウェーハが搭載されるXYテーブルと、前記XYテーブル上に配置され、レーザビームにより前記半導体ウェーハの表面を溶解、昇華してドット状の溝を形成する1つ以上のレーザ装置と、ビーム径の異なる複数のレーザビームが中心を一致させて同時又は時間的にずらして照射されるよう前記1つ以上のレーザ装置を制御する手段とを備えている。

【0023】本発明の半導体ウェーハのマーキング装置は、半導体ウェーハが搭載されるXYテーブルと、前記XYテーブル上に配置され、レーザビームを照射するレーザ装置と、前記レーザ装置から照射されるレーザビームを複数に分割する手段と、前記複数に分割されたレーザビームの各々のビーム径を変換させる手段と、前記ビーム径の異なる各レーザビームを中心を一致させて1つにまとめ、前記半導体ウェーハの表面に同時に照射する手段とを備えている。

【0024】前記複数のレーザビームが1つのレーザ装置から照射される場合に、前記1つのレーザ装置から照射されるレーザの焦点を変動させることにより前記ビーム径の異なる複数のレーザビームを生成する手段をさらに備えている。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら、本発明の半導体ウェーハのマーキング方法及びマーキング装置について詳細に説明する。図1は、本発明の第1実施の形態に関わるマーキング装置の概略を示している。

【0026】20は、XYテーブルである。XYテーブル20上には、半導体ウェーハ21が搭載されている。また、XYテーブル20上には、レーザ装置22が配置されている。制御装置23は、XYテーブル20及びレーザ装置22の動作を制御している。

【0027】マークは、XYテーブル20を動かしながらレーザビーム24を照射し、半導体ウェーハ21に複数の溝（ドット）を形成することにより、半導体ウェーハ21に形成される。

【0028】1つの溝は、ビーム径の異なる複数のレーザビームが同一点に照射されることにより形成される。即ち、各々のレーザビームのビームの中心が一致するような条件で1つの溝が形成される。

【0029】図2乃至図7は、本発明の第1実施の形態に関わるマーキング方法の各工程を示している。まず、図2及び図3に示すように、ビーム径が約 $120\mu\text{m}$ の

レーザビーム31を半導体ウェーハ21に照射し、半導体ウェーハ21に直径が約120μmで、深さが約2μmのドット状の窪み25aを形成する。この時、窪み25aの周辺部には、高さ約0.5μmの盛り上がり26が形成される。

【0030】次に、図4及び図5に示すように、ビーム径が約80μmのレーザビーム32を窪み25aの中央部に照射し、半導体ウェーハ21の窪み25a内に直径が約80μmで、深さが約2μmのドット状の窪み25bを形成する。

【0031】なお、窪み25bの半導体ウェーハ21の表面からの深さは、約4μmとなっている。次に、図6及び図7に示すように、ビーム径が約40μmのレーザビーム33を窪み25bの中央部に照射し、半導体ウェーハ21の窪み25b内に直径が約40μmで、深さが約2μmのドット状の窪み25cを形成する。

【0032】なお、窪み25cの半導体ウェーハ21の表面からの深さは、約6μmとなっている。上記第1実施の形態では、レーザビーム31～33のパワーは、互いに同じであり、レーザビーム31～33のビーム径のみが異なっている。即ち、各々のレーザビーム31～33のパワーは、窪みを形成する際に半導体ウェーハを構成する材料が飛び散らない程度に設定されており、ダストの発生もなくなる。

【0033】また、窪み25a～25cの周辺部に形成される盛り上がり26の高さは、1回目のレーザビームの照射による分、即ち0.5μm程度であり、特に問題とならない。但し、半導体ウェーハ21の表面を研磨することにより、この盛り上がり26を削り取っても構わない。

【0034】図8乃至図10は、本発明の第2実施の形態に関するマーキング方法の各工程を示している。まず、図8に示すように、ビーム径が約40μmのレーザビーム33を半導体ウェーハ21に照射し、半導体ウェーハ21に直径が約40μmで、深さが約2μmのドット状の窪み25cを形成する。この時、窪み25cの周辺部には、高さ約0.5μmの盛り上がり26cが形成される。

【0035】次に、図9に示すように、ビーム径が約80μmのレーザビーム32を窪み25cの中央部に照射し、半導体ウェーハ21の窪み25cを取り囲む直径が約40μmで、深さが約2μmのドット状の窪み25bを形成する。この時、窪み25cの周辺部の盛り上がり26cは取り除かれるが、窪み25bの周辺部に、高さ約0.5μmの盛り上がり26bが形成される。

【0036】なお、窪み25cの半導体ウェーハ21の表面からの深さは、約4μmとなっている。次に、図10に示すように、ビーム径が約120μmのレーザビーム31を窪み25bの中央部に照射し、半導体ウェーハ21の窪み25bを取り囲む直径が約120μmで、深

さが約2μmのドット状の窪み25aを形成する。この時、窪み25bの周辺部の盛り上がり26bは取り除かれるが、窪み25aの周辺部に、高さ約0.5μmの盛り上がり26aが形成される。

【0037】なお、窪み25cの半導体ウェーハ21の表面からの深さは、約6μmとなり、窪み25bの半導体ウェーハ21の表面からの深さは、約4μmとなる。上記第2実施の形態では、レーザビーム31～33のパワーは、互いに同じであり、レーザビーム31～33のビーム径のみが異なっている。即ち、各々のレーザビーム31～33のパワーは、窪みを形成する際に、半導体ウェーハを構成する材料が飛び散らない程度に設定されており、ダストの発生もなくなる。

【0038】また、窪み25a～25cの周辺部に形成される盛り上がりの高さは、最も大きなビーム径を有するレーザビームの照射による分だけ、即ち0.5μm程度であり、特に問題とならない。但し、半導体ウェーハ21の表面を研磨することにより、この盛り上がりを削り取っても構わない。

20 【0039】上記第1及び第2実施の形態では、1つのレーザ装置を用いて、各々のレーザビームのビーム径を変え、パワーを統一することにより、約2μmの深さの窪みを形成するように調整している。

【0040】しかし、異なる種類のレーザ装置を複数設けてもよく、また、各々のレーザビームのパワーを異なるようにしてもよい。レーザビームのパワーについては、例えば、最も大きなビーム径を有するレーザビームのパワーを小さめに設定しておけば、窪みの周辺部に形成される盛り上がりを小さくすることができる。

30 【0041】上記第1及び第2実施の形態では、ビーム径の異なる3つのレーザビームを用いているが、ビーム径の異なるレーザビームは、2つ以上存在すればよい。また、レーザビームの数は、半導体製造プロセスやレーザビームのパワーなどを考慮して決定される。

【0042】上記第1及び第2実施の形態では、マーキング装置の構成上、ビーム径の異なる複数のレーザビームが時間的にずれて照射されるが、以下の実施の形態では、ビーム径の異なる複数のレーザビームを同時に照射して窪みを形成できるものである。

40 【0043】図11は、本発明の第2実施の形態に関するマーキング装置の概略を示している。20は、XYテーブルである。XYテーブル20上には、半導体ウェーハ21が搭載されている。また、XYテーブル20上には、複数のレーザ装置22a～22cが配置されている。制御装置23は、XYテーブル20及び各レーザ装置22a～22cの動作を制御している。27及び28は、ハーフミラーを示している。

【0044】マークは、XYテーブル20を動かしながら、レーザ装置22a～22cから複数のレーザビームを同時に照射し、半導体ウェーハ21に窪み(ドット)

を形成することにより形成される。

【0045】1つの窪みは、ビーム径の異なる複数のレーザビームが同一点に同時に照射されることにより形成される。即ち、各々のレーザビームのビームの中心が一致するような条件で1つの窪みが形成される。

【0046】なお、本実施例では、ビーム径の異なる複数のレーザビームを同一点に同時に照射できる構成を有しているが、レーザを遮断するシャッタなどを用いることにより複数のレーザビームを時間的にずらして照射することができるよう構成しても構わない。

【0047】図12は、本発明の第3実施の形態に関するマーキング装置の概略を示している。20は、XYテーブルである。XYテーブル20上には、半導体ウェーハ21が搭載されている。また、XYテーブル20上には、レーザ装置22が配置されている。制御装置23は、XYテーブル20及びレーザ装置22の動作を制御している。27及び28は、レーザビームを分割し、又は複数のレーザビームを1つにまとめるハーフミラーである。ビーム径変換装置29は、レーザビームのビーム径を変える機能を有している。

【0048】マークは、XYテーブル20を動かしながら、レーザ装置22及びビーム径変換装置29からのレーザビームを同時に照射し、半導体ウェーハ21に窪み(ドット)を形成することにより形成される。

【0049】1つの窪みは、ビーム径の異なる複数のレーザビームが同一点に同時に照射されることにより形成される。即ち、各々のレーザビームのビームの中心が一致するような条件で1つの窪みが形成される。

【0050】なお、本実施例では、ビーム径の異なる複数のレーザビームを同一点に同時に照射できる構成を有しているが、レーザを遮断するシャッタなどを用いることにより複数のレーザビームを時間的にずらして照射することができるよう構成しても構わない。

【0051】図13は、本発明の第3実施の形態に関するマーキング方法を示している。このマーキング方法は、第2及び第3実施の形態に関するマーキング装置を用いることにより実施される。

【0052】このマーキング方法は、ビーム径が異なり、ビームの中心が一致する複数のレーザビームを同時に照射することにより、ダストの発生なく、深い窪みを形成するというものである。

【0053】即ち、ビーム径が約40μm、約80μm、約120μmの3つのレーザビーム31～33を中心を一致させて半導体ウェーハ21に同時に照射する。その結果、半導体ウェーハ21には、直径が約40μmで、半導体ウェーハ21の表面からの深さが約6μmの窪み25cと、半導体ウェーハ21の表面からの深さが約4μmの窪み25bと、半導体ウェーハ21の表面からの深さが約2μmの窪み25aが同時に形成される。

【0054】この時、窪み25aの周辺部には、高さ約

0.5μmの盛り上がり26aが形成される。本実施の形態では、3つのレーザビーム31～33の中央部のパワーが必然的に大きくなるため、深い窪み(ドット)を形成することができる。一方、3つのレーザビーム31～33の中央部のパワーが大きいため、当該中央部での半導体材料の飛び散りが発生する。しかし、最もビーム径の大きなレーザビーム31のエネルギーにより飛び散った半導体材料が溶解されるため、この飛び散った半導体材料がダストになることもない。

10 【0055】また、窪み25a～25cの周辺部に形成される盛り上がり26aの高さは、最も大きなビーム径を有するレーザビームの照射による分だけ、即ち0.5μm程度であり、特に問題とならない。但し、半導体ウェーハ21の表面を研磨することにより、この盛り上がりを削り取っても構わない。

【0056】本実施の形態では、レーザビームのパワーは、全て同じにしてもよく、また、それぞれ異なるようにしてもよい。また、レーザビームの数は、2つ以上存在すればよい。レーザビームの数は、半導体製造プロセスやレーザビームのパワーなどを考慮して決定される。

【0057】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明の半導体ウェーハのマーキング方法及びマーキング装置によれば、次のような効果を奏する。ビーム径の異なる複数のレーザビームを同時又は時間をずらして同一点に照射することにより、半導体製造プロセスで完全に埋め込まれないような深さの窪み(マーク)をダストの発生なく形成することができる。

30 【0058】従って、CMPのように、凸部が削り取られ、凹部には膜が残存するようなプロセスが多用される半導体製造プロセスを適用する場合にも、半導体ウェーハの表面に付されたマークを常に認識することができる。また、深い窪みを形成しても、窪み(ドット)の周辺部の盛り上がりが高くならないため、CMPなどのプロセスに悪影響を与えることもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施の形態に関するマーキング装置を示す図。

【図2】本発明の第1実施の形態に関するマーキング方法の一工程を示す平面図。

【図3】図2のIII-I II線に沿う断面図。

【図4】本発明の第1実施の形態に関するマーキング方法の一工程を示す平面図。

【図5】図4のV-V線に沿う断面図。

【図6】本発明の第1実施の形態に関するマーキング方法の一工程を示す平面図。

【図7】図6のVI I-VII I線に沿う断面図。

【図8】本発明の第2実施の形態に関するマーキング方法の一工程を示す断面図。

【図9】本発明の第2実施の形態に関するマーキング方

法の一工程を示す断面図。

【図10】本発明の第2実施の形態に関わるマーキング方法の一工程を示す断面図。

【図11】本発明の第2実施の形態に関わるマーキング装置を示す図。

【図12】本発明の第3実施の形態に関わるマーキング装置を示す図。

【図13】本発明の第3実施の形態に関わるマーキング方法の一工程を示す断面図。

【図14】半導体ウェーハのマークを概略的に示す平面図。

【図15】従来の溝（マーク）を示す平面図。

【図16】図15のXVI-XVI線に沿う断面図。

【図17】従来のマーキング方法の一工程を示す断面図。

【図18】従来のマーキング方法の一工程を示す断面図。

【図19】従来のマーキング方法の一工程を示す断面

図。

【図20】従来のマーキング方法の一工程を示す断面図。

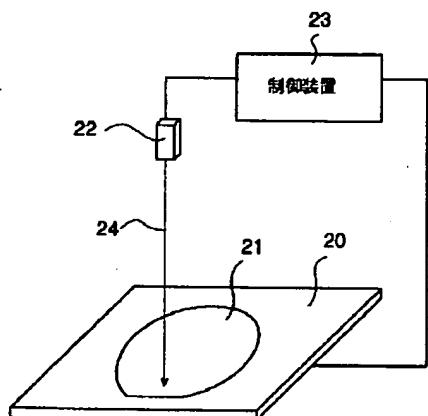
【図21】従来の溝（マーク）を示す断面図。

【図22】従来の溝（マーク）を示す断面図。

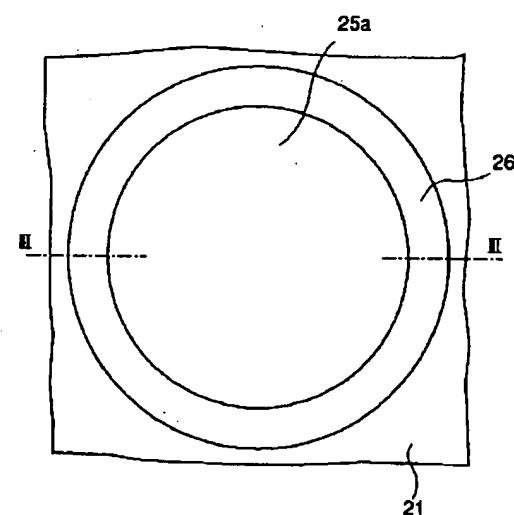
【符号の説明】

10	マーク（認識番号など）、
11, 21	半導体ウェーハ、
12, 25a~25c	溝（ドット）、
13, 26, 26a~26c	盛り上がり、
14, 15, 18	絶縁膜、
16	光を透過しない膜、
17	半導体チップ領域、
20	X Yテーブル、
22, 22a~22c	レーザ装置、
23	制御装置、
24, 31~33	レーザビーム、
27, 28	ハーフミラー。

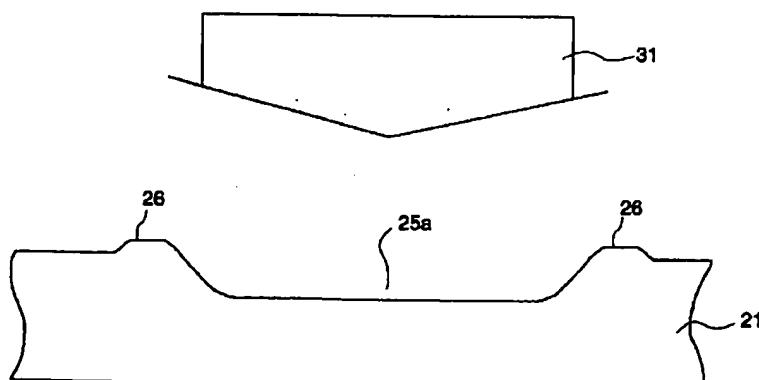
【図1】



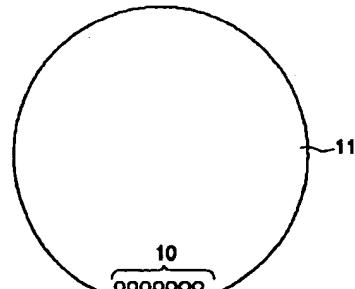
【図2】



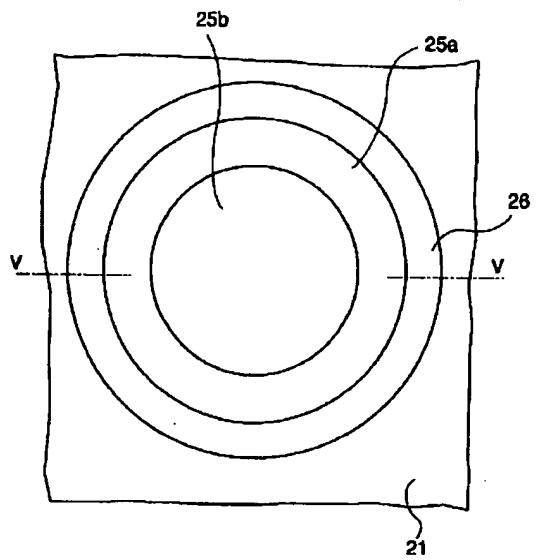
【図3】



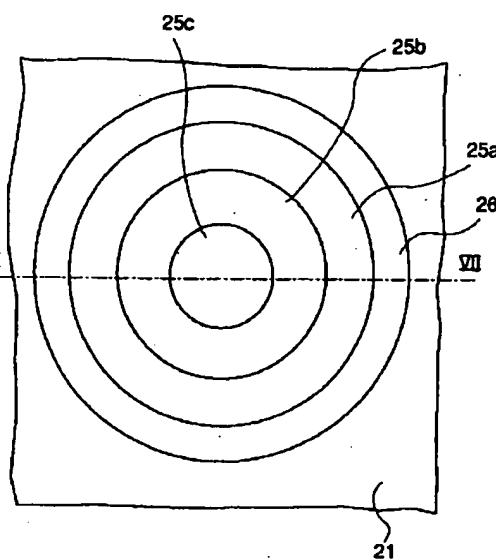
【図14】



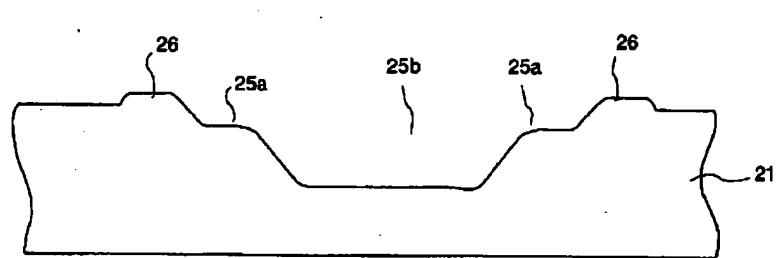
【図4】



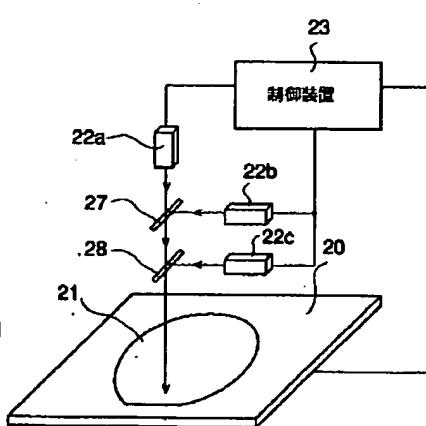
【図6】



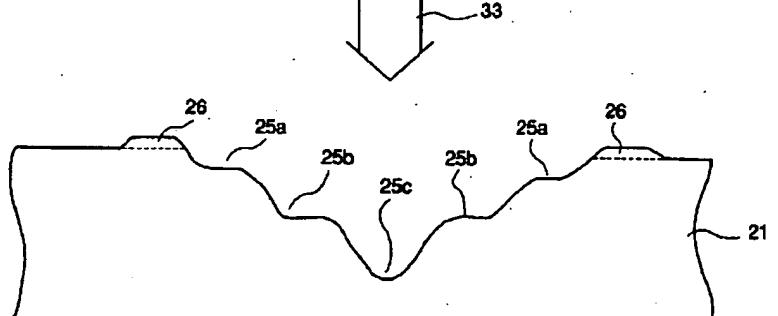
【図5】



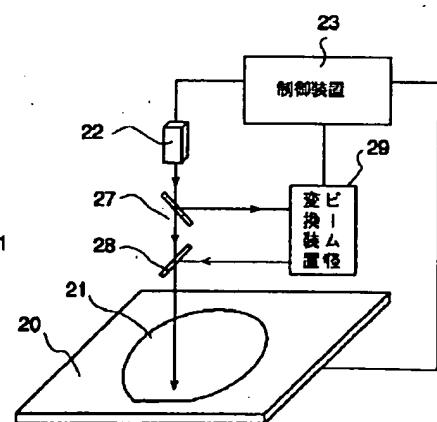
【図11】



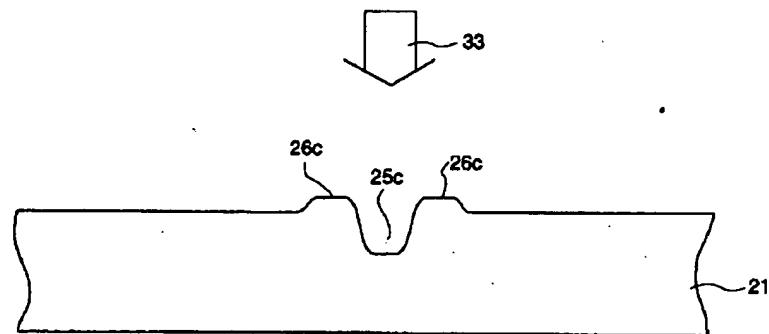
【図7】



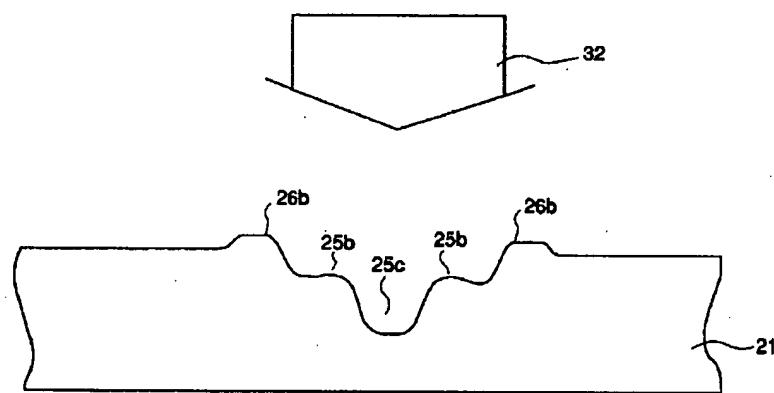
【図12】



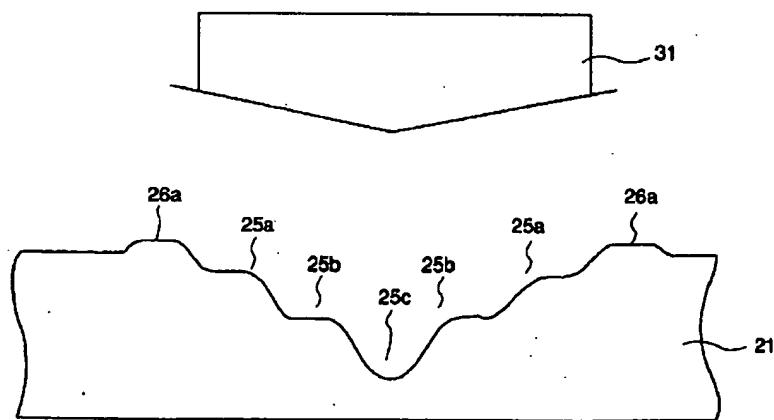
【図8】



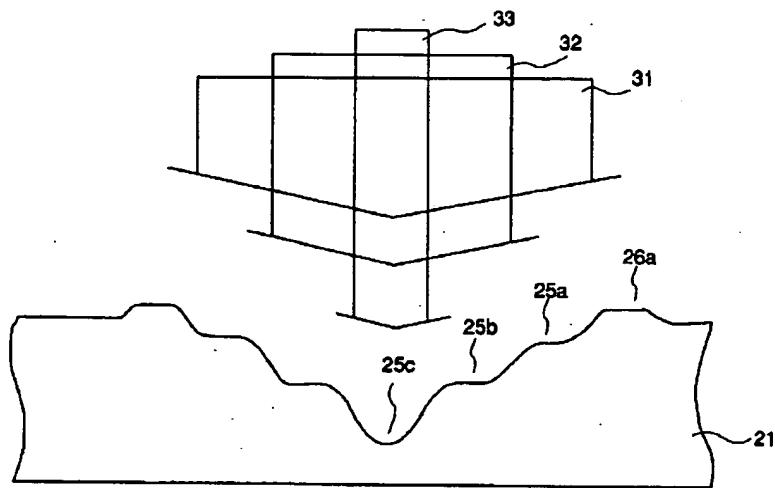
【図9】



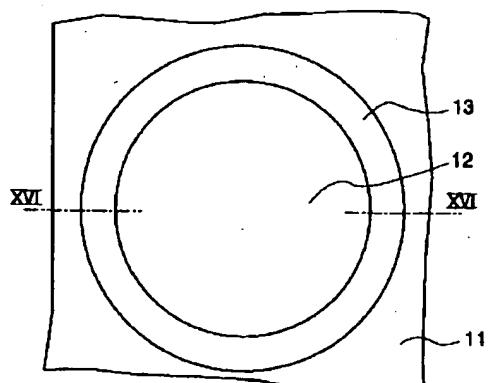
【図10】



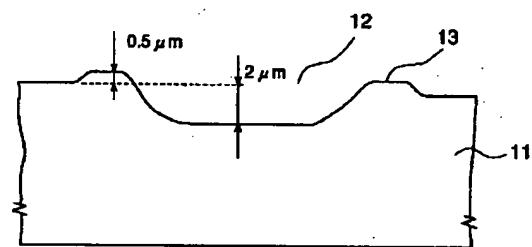
【図13】



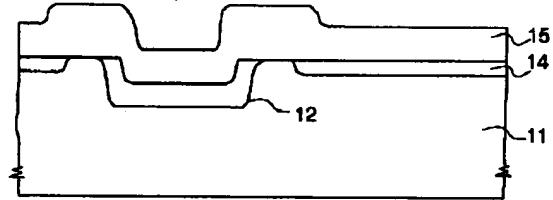
【図15】



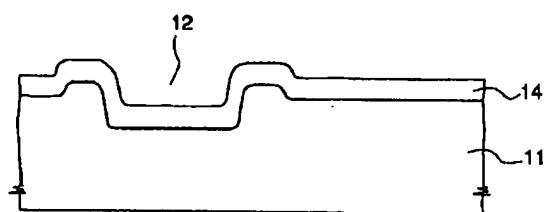
【図16】



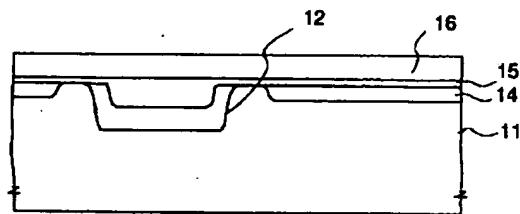
【図18】



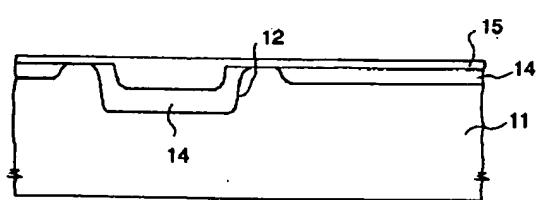
【図17】



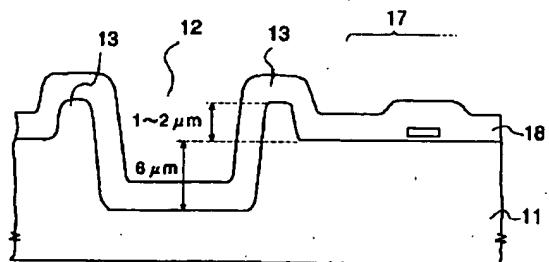
【図20】



【図19】



【図21】



【図22】

